

# L'adaptation du sorgho et du riz au changement climatique : Stratégies et opportunités contrastées

**Michael Dingkuhn et Tanguy Lafarge**  
**Upr 104 AIVA**

**Adaptation Agroécologique et Innovation Variétale**  
**Département BIOS, CIRAD**

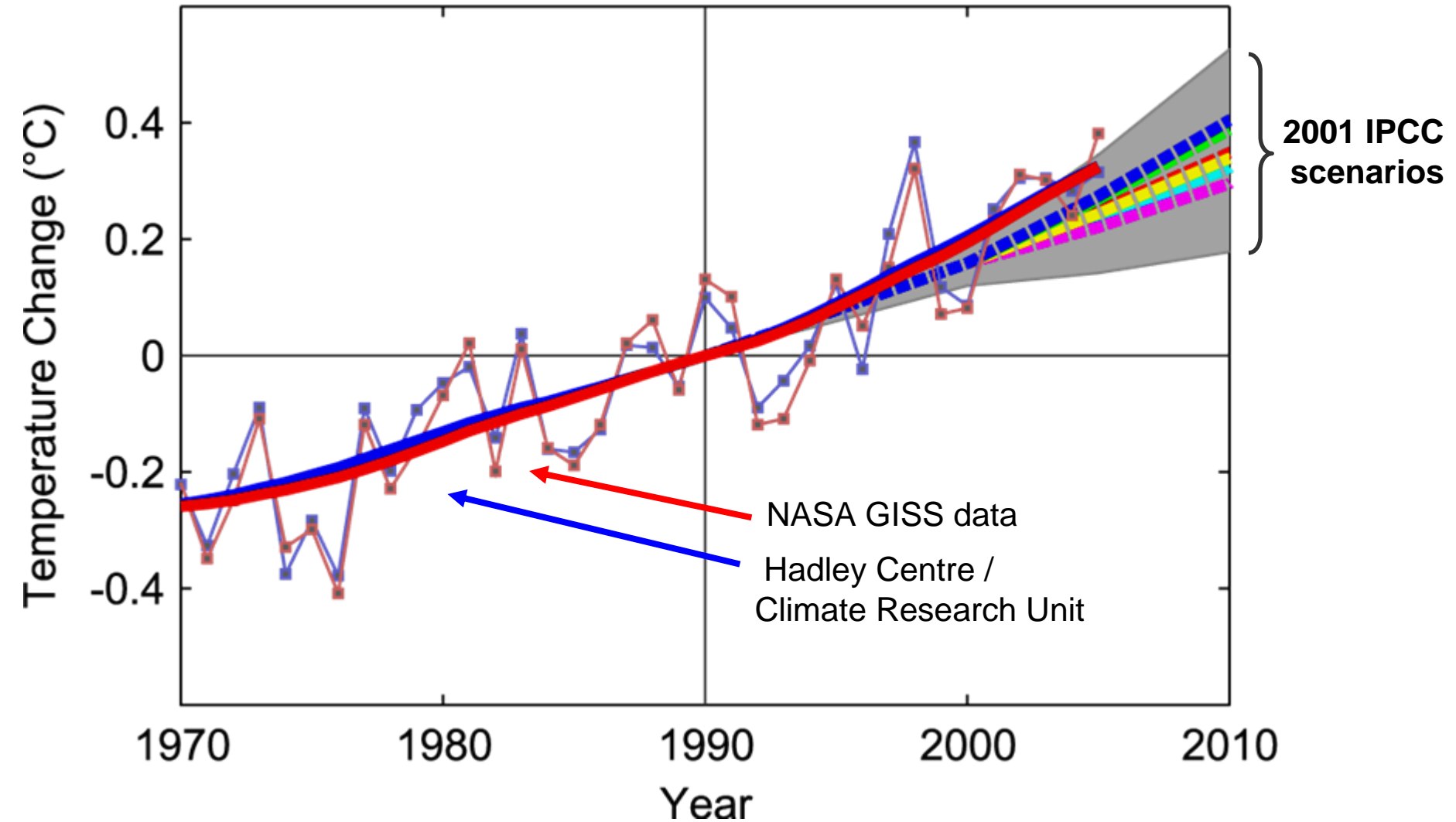
# Résumé

Le changement climatique (CC) affectera la productivité des plantes alimentaires directement, en déplaçant les conditions du milieu par rapport aux optima physiologiques, et indirectement, en rendant leur production plus ou moins rentable et sûre, ce qui entraînera des changements à l'échelle des systèmes. Des marges d'adaptation par amélioration génétique existent, ainsi que des possibilités d'adaptation agronomique. Là où ces marges d'adaptation sont insuffisantes, la culture devra migrer géographiquement ou sera remplacée par une autre. Pour justifier un investissement lourd dans l'adaptation génétique, il sera important de mesurer ses bénéfices réels. Ceux-ci peuvent être très faibles, dans le cas où le CC joue plus sur les variations climatiques que sur les conditions moyennes, accentuant ainsi les risques inter et intra-annuels. Dans ce dernier cas, les stratégies d'adaptation portent plus sur la gestion des risques par les acteurs, sur la base d'ajustements tactiques. Ces ajustements sont plus efficaces s'il existe des prévisions saisonnières et si les risques sont tempérés par des sauvegarde économiques, comme des assurances. Nous présenterons deux exemples de cultures vulnérables, le riz irrigué et le sorgho pluvial, qui seront affectés très différemment par le CC. Ceci se décline en stratégies d'adaptation contrastées, comme l'adaptation physiologique au stress thermique et à l'irrigation déficitaire chez le riz, ou les stratégies d'évitement et de partage social des risques de sécheresse chez le sorgho, jusqu'à la conception de plantes et de systèmes de remplacement. Des activités et des projets de recherche du Cirad et de ses partenaires seront présentés à titre d'exemple.

# Structure

- Le challenge de l'adaptation au CC
- Profils agro-écologiques du sorgho et du riz
- Vulnérabilités particulières des cultures du sorgho et du riz
- « Adaptation pathways » (AP), schéma générique
- APs pour le sorgho
- APs pour le riz
- Actions engagées au sein du CIRAD
- Futures priorités et partenariats

...et des températures en hausse





Quel niveau de  
sensibilité  
et de vulnérabilité des  
cultures de riz et de  
sorgho ?



Quelles mesures  
d'adaptation?

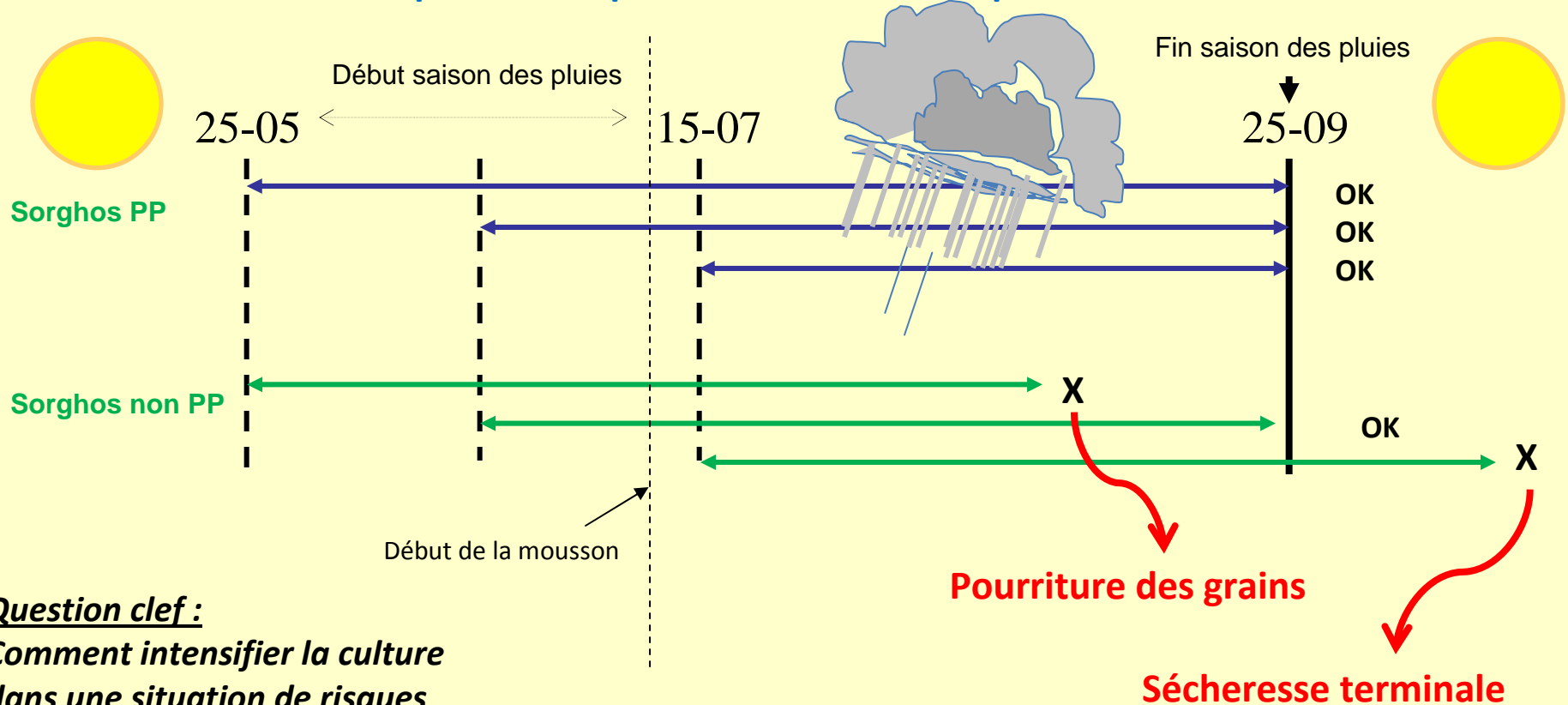


# Sorgho & riz : Même « plan de construction », adaptation différente

## *Sorgho (africain)*

- Culture +/- extensive et de subsistance
- Zones sèches monomodales
- Aime la chaleur
- **Compromis difficiles** (« trade-offs ») entre **adaptation** et **potentialité** :

**Le PPisme confère des qualités adaptatives, mais à faible potentialité :**



## **Question clef :**

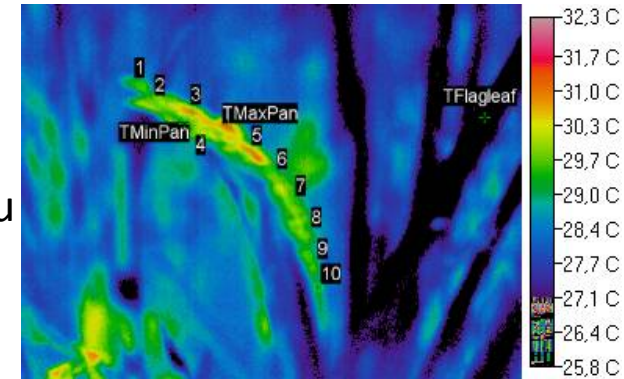
***Comment intensifier la culture dans une situation de risques climatiques croissants ?***



# Sorgho & riz : Même « plan de construction », mais adaptation très différente

## *Riz (irrigué)*

- Culture intensive
- Se protège contre les stress par sa forte consommation en eau
  - Chaleur : « transpirational cooling »
  - Adventices : Anaérobie
  - (...)
- **Compromis difficiles** (« trade-offs ») entre **adaptation** et **économie d'eau**



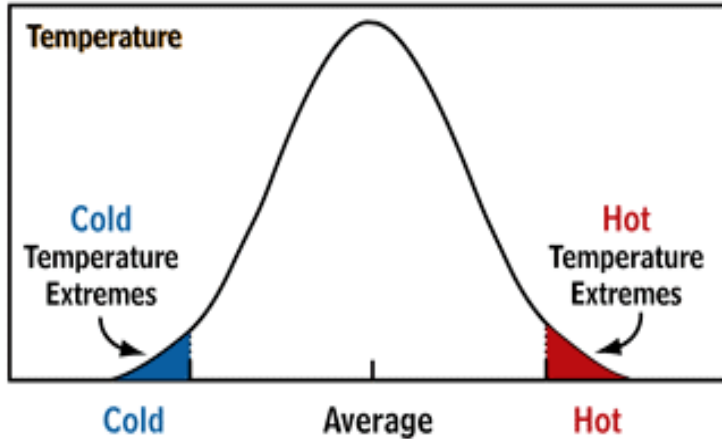
## *Riz (pluvial)*

- Culture +/- extensive et de subsistance
- Savanes humides
- Très sensible aux modifications pluviométriques
- **une des cultures les plus sensibles au CC**

# Fréquence des conditions extrêmes

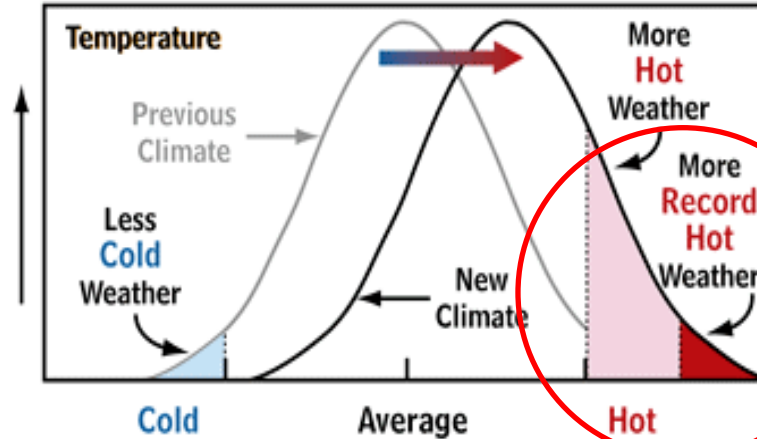
## What Is an Extreme?

Probability of Occurrence

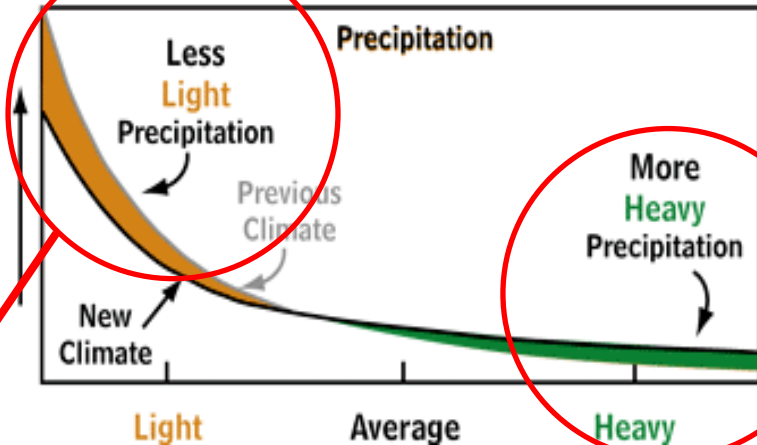
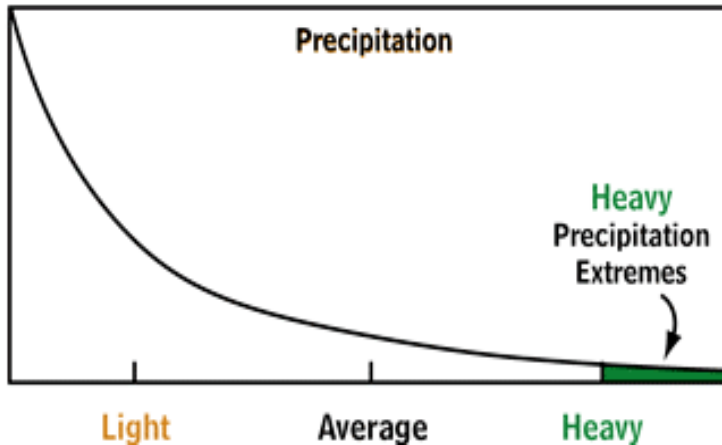


## Increase in Probability of Extremes in a Warmer Climate

Probability of Occurrence



**Stérilité  
chez le riz**

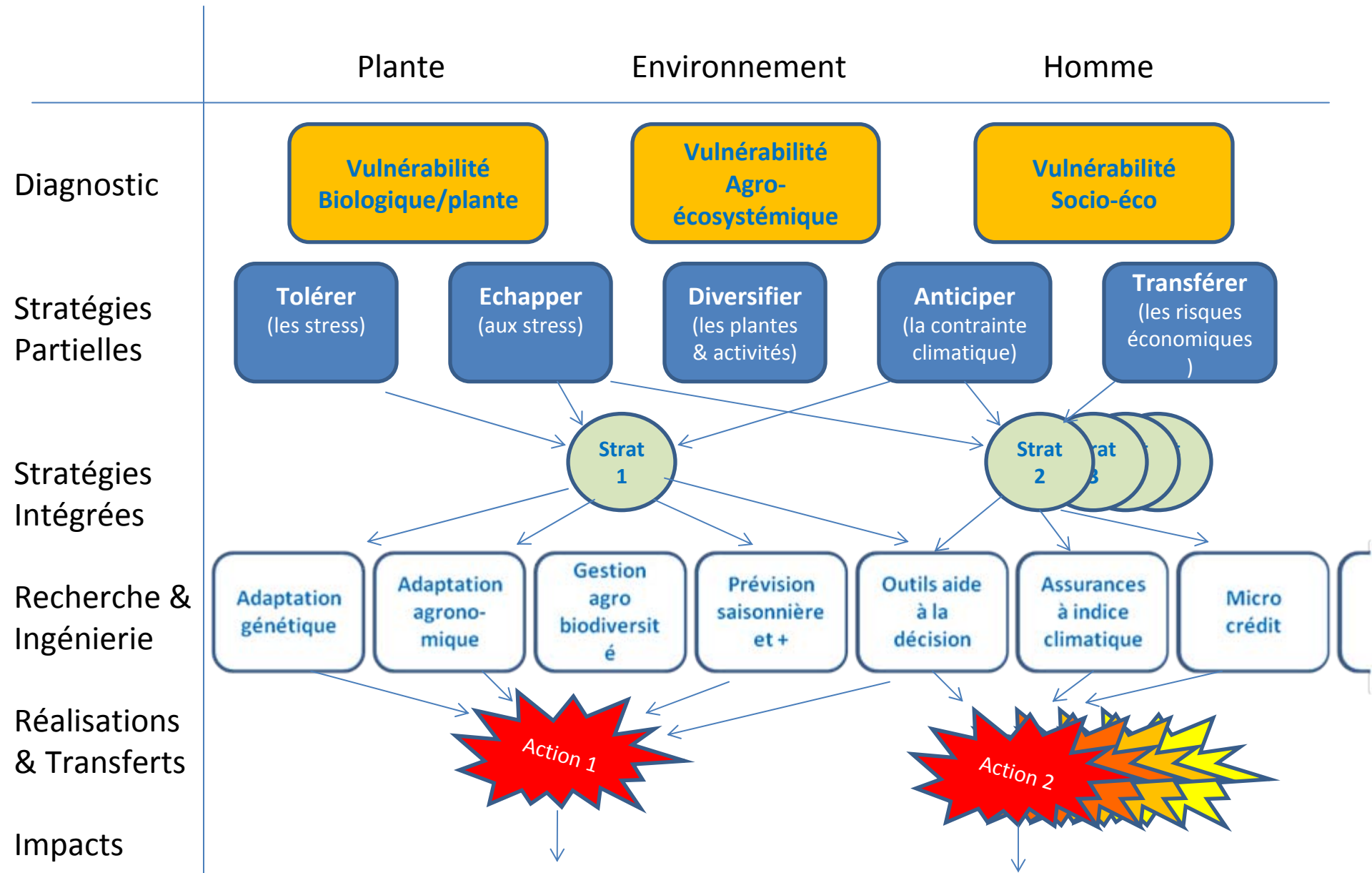


**Verse,  
inondations,  
érosion...**

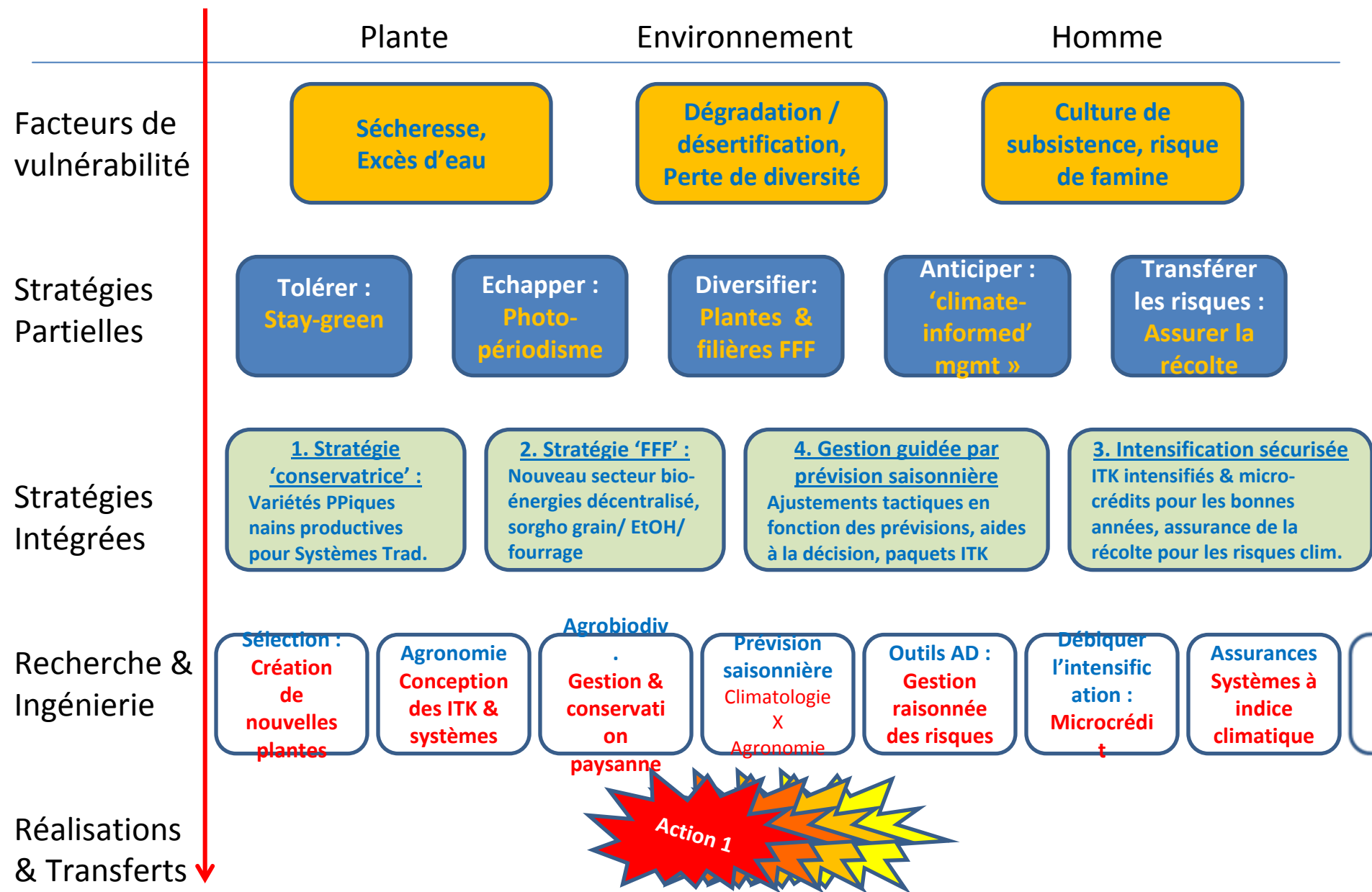
**Déficit hydrique  
(moins de pluies utiles)**



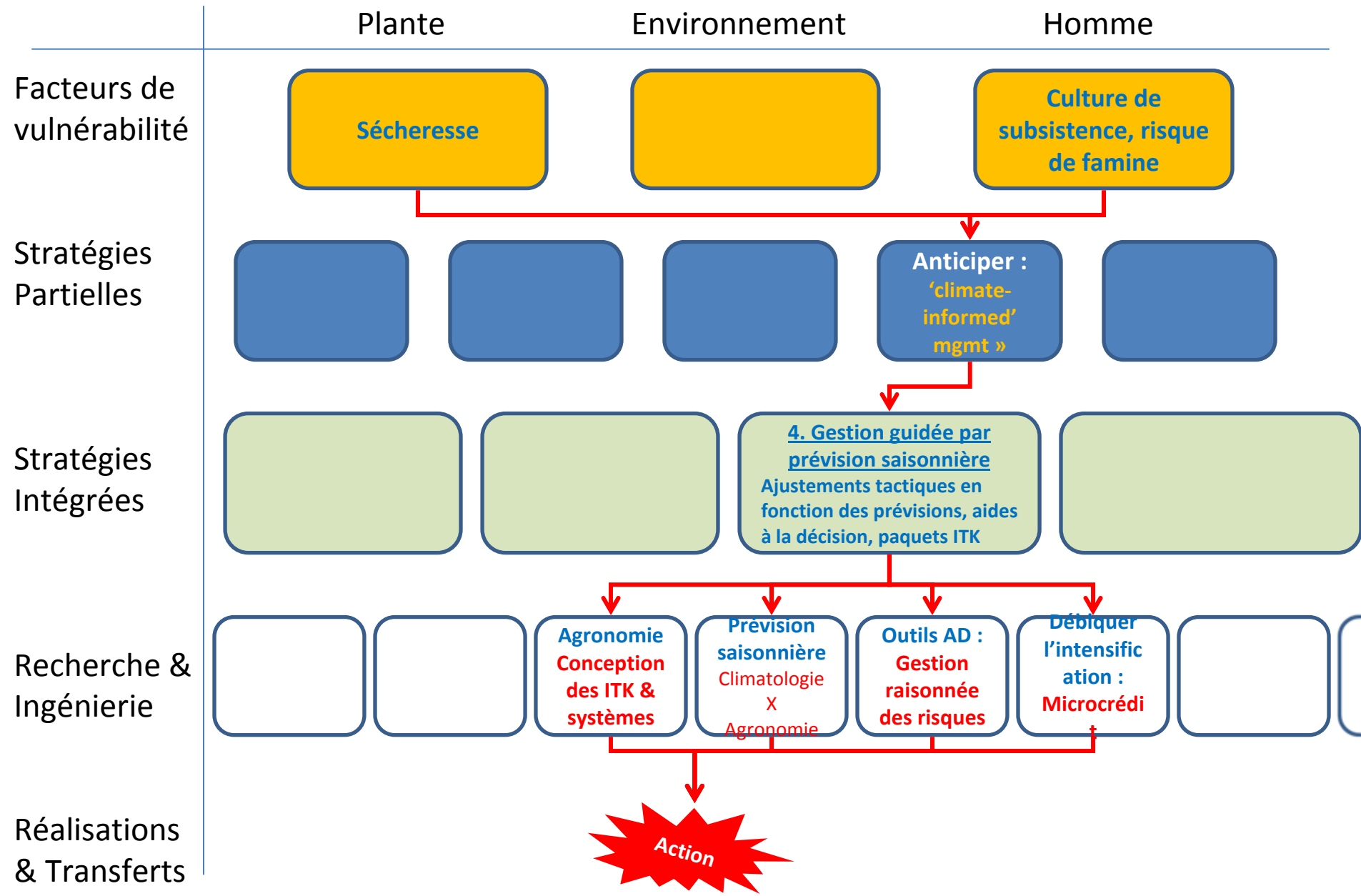
# « Adaptation pathways » (AP)



# Proposer des AP pour le sorgho



# Exemple d'un AP pour le sorgho : mise au profit de la prévision saisonnière



# Sorgho : stratégies pour des systèmes traditionnels, intensifiés ou FFF

## Stratégie 'conservatrice':

Variétés PPiques nains  
productives pour Systèmes  
Traditionnels

Maintenir la stratégie traditionnelle d'évitement ;  
germoplasme nouveau (PPique, court, bon  
indice de récolte...)

## Intensification sécurisée

ITK intensifiés + micro-  
crédits pour les bonnes  
années, assurance de la  
récolte pour les risques  
clim.

Quitter le calendrier traditionnel : semer en  
début de la mousson avec ITK intensifié,  
assurer les pertes en année adverse

## Stratégie 'FFF' :

Nouveau secteur bio-  
énergies décentralisé,  
sorgho grain/ EtOH/  
fourrage

Culture Food-Feed-Fuel à base du sorgho sucré  
(nouveau idéotype), création d'une nouvelle  
filiale décentralisée EtOH)



# Vers une culture à triple usage FFF:

## Caractéristiques du système décentralisé

Valeur adaptative face au CC :

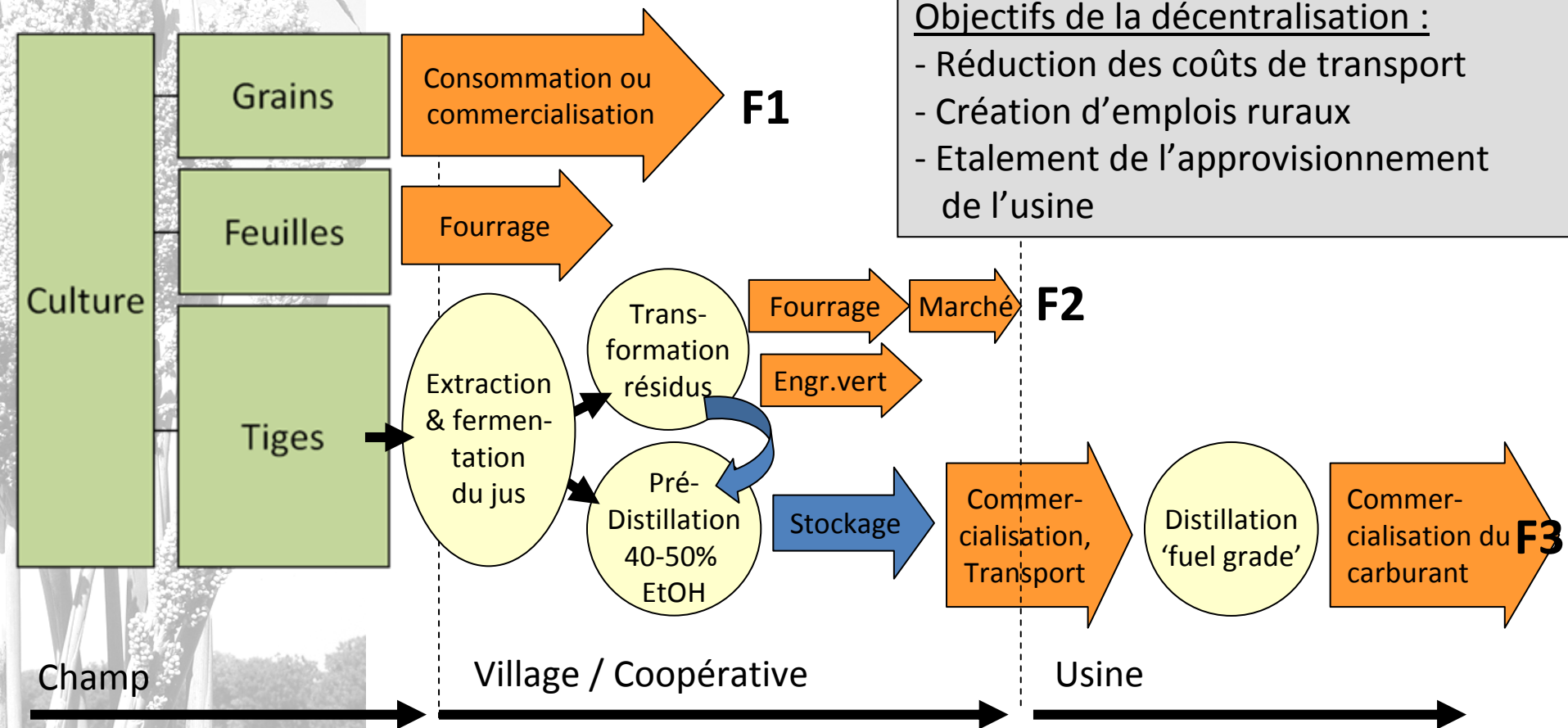
- filière commerciaux (moins de risques de subsistance)
- stockage du produit distillé, commercialisation flexible

Stratégie 'FFF' :  
Nouveau secteur bio-  
énergies décentralisé,  
sorgho grain/ EtOH/  
fourrage

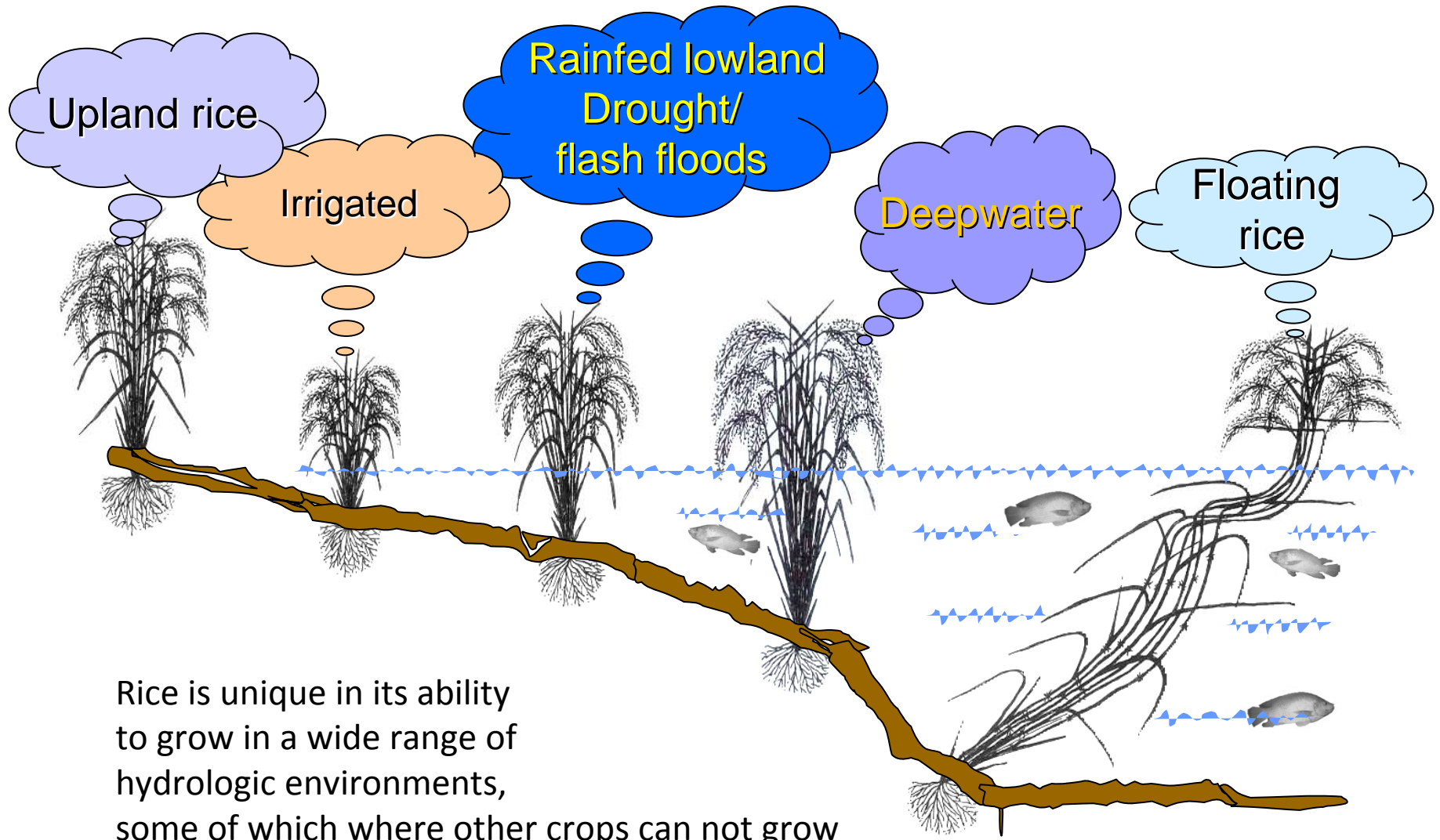


### Objectifs de la décentralisation :

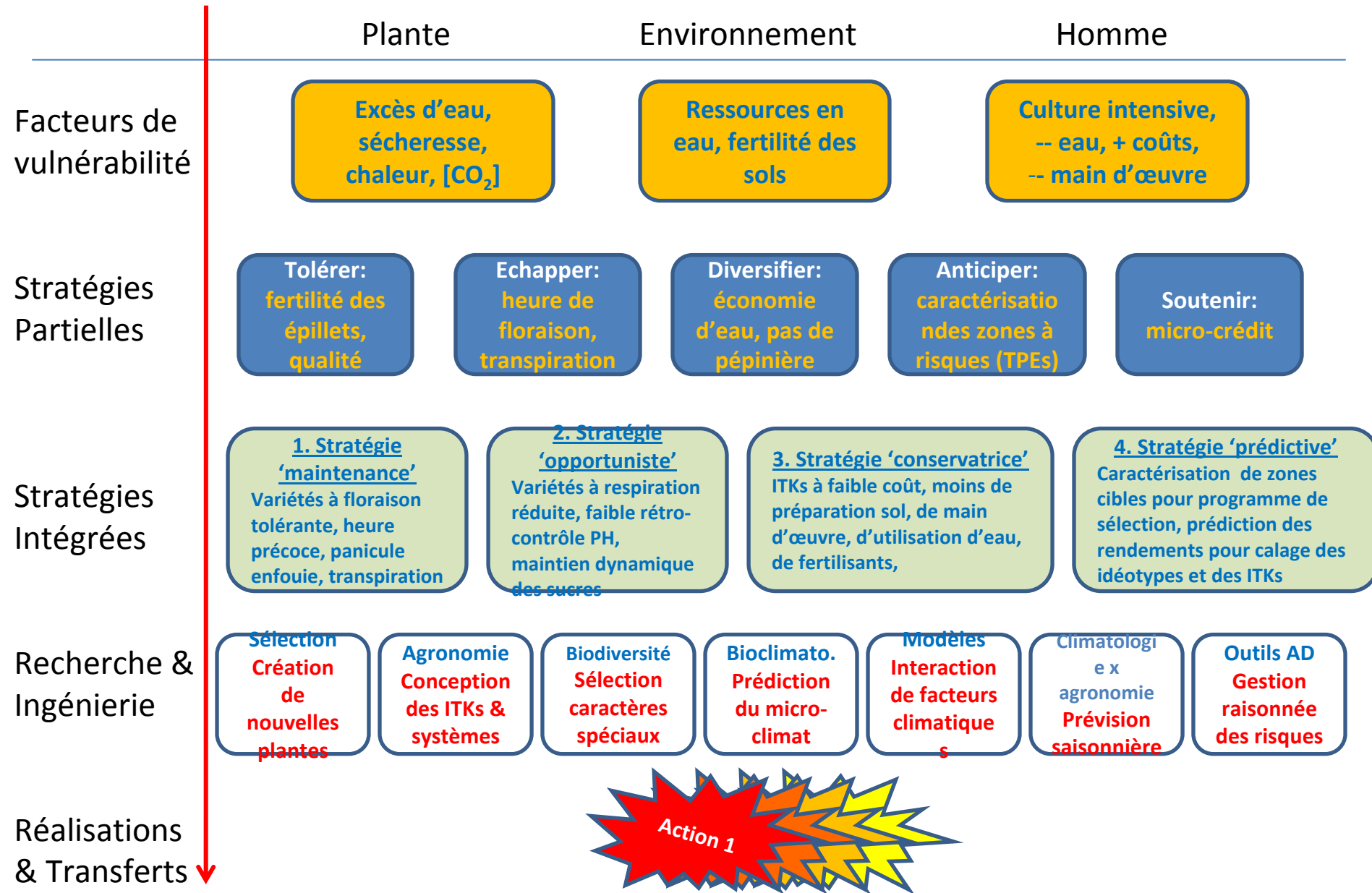
- Réduction des coûts de transport
- Création d'emplois ruraux
- Etalement de l'approvisionnement de l'usine



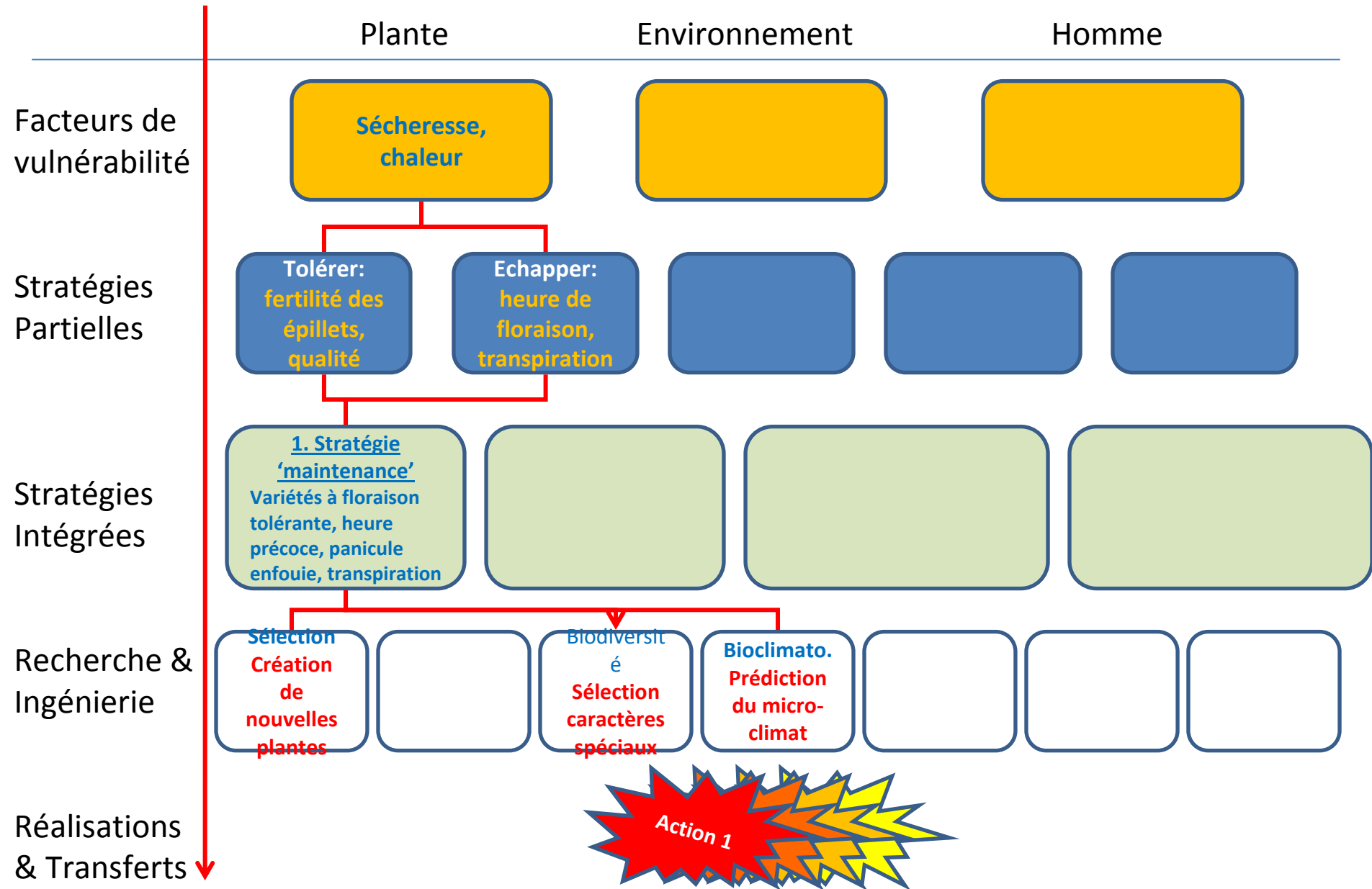
# Rice ecosystems



# Proposer des AP pour le riz



# Proposer des AP pour le riz



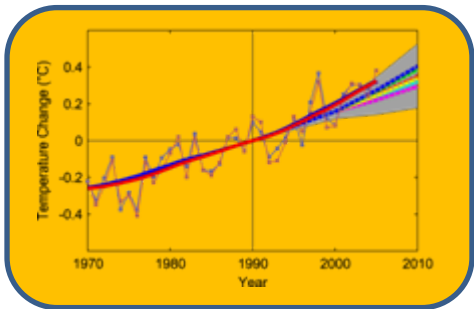
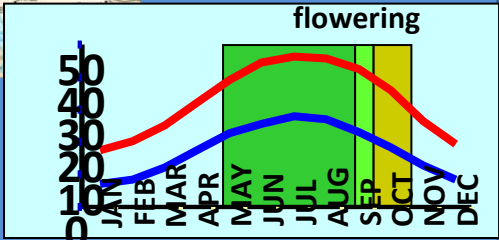


# Riz: stratégie de maintenance en réponse à la chaleur

## Tolérance

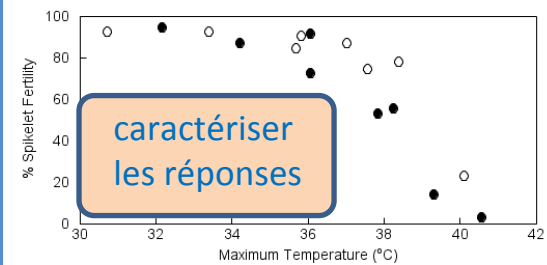


identifier  
des donneurs



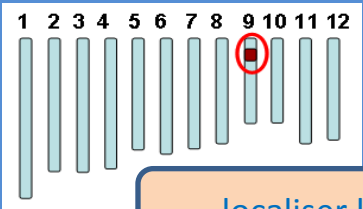
Sélection de caractères spéciaux  
Création de nouvelles variétés  
Prédiction du microclimat

## stérilité



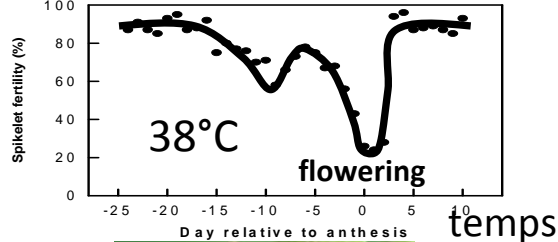
caractériser  
les réponses

populations recombinantes  
sélection par marqueurs  
gènes candidats

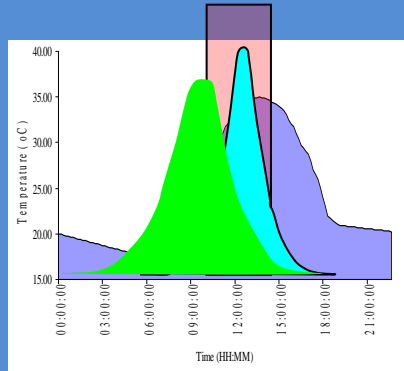


localiser le  
contrôle génétique

## stérilité



## Evitement

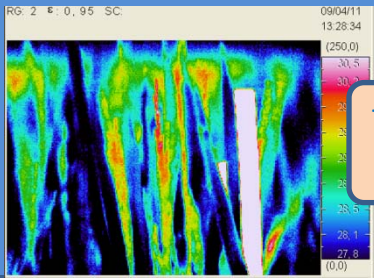


floraison  
matinale

panicule  
compacte

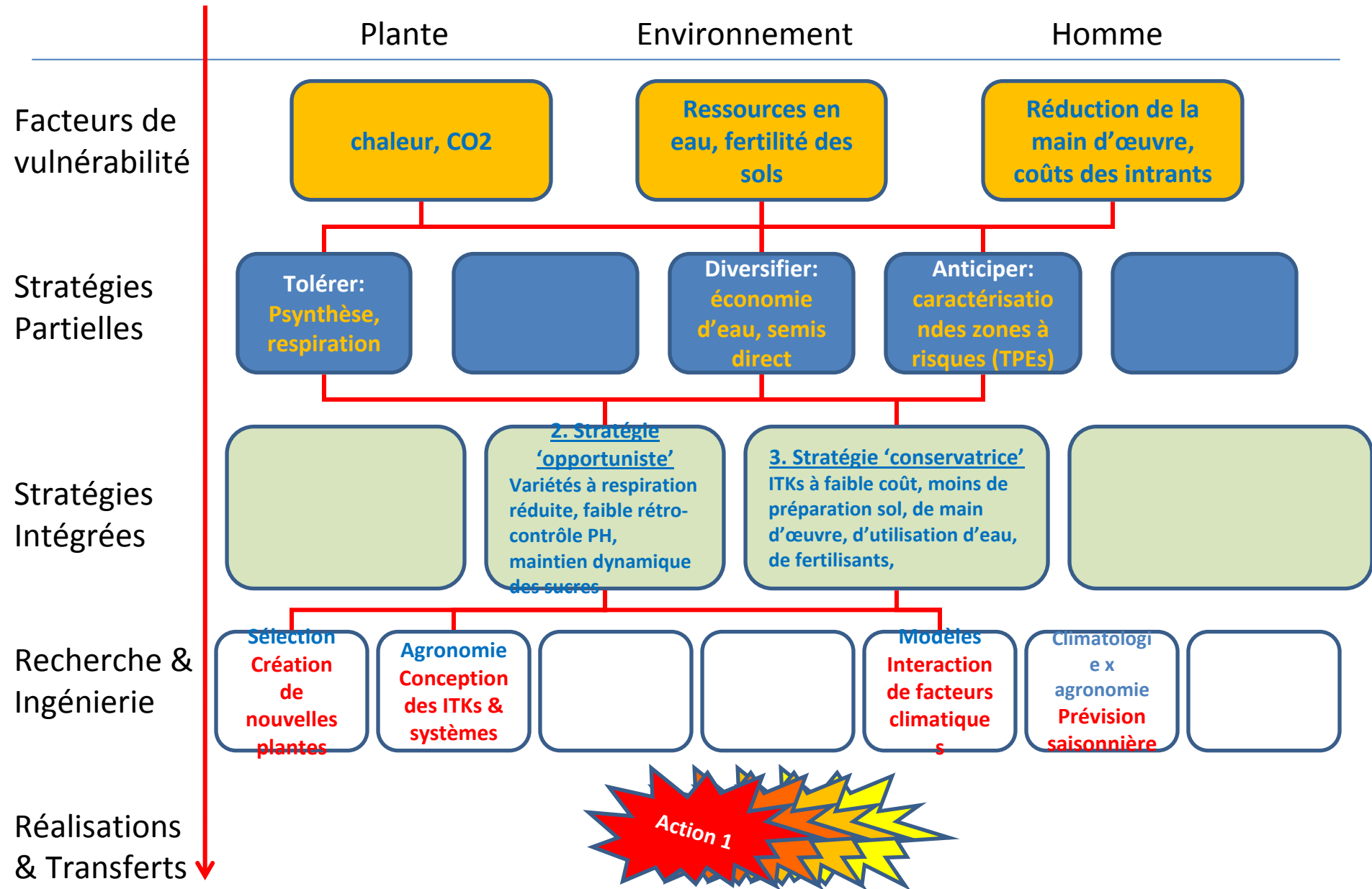


panicule  
enfouie



transpiration  
paniculaire

# Proposer des AP pour le riz



# Riz: stratégie conservatrice et opportuniste face aux conditions de culture

## Diversification



semis en ligne



semis sur sol sec à la volée



économie d'eau



gestion de la fertilisation

## Manque d'eau en 2025

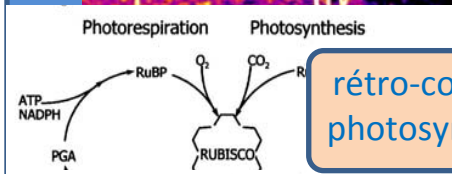


Prévision saisonnière  
Création de nouvelles variétés  
Conception des ITKs et systèmes  
Interaction de facteurs climatiques

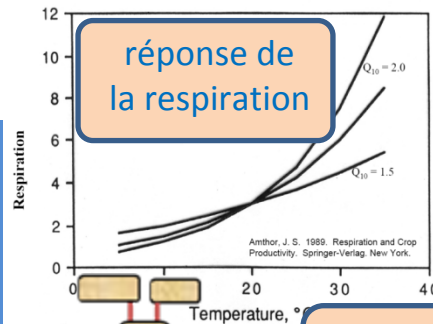
## Tolérance

température plus élevée

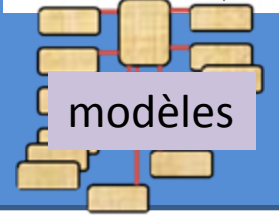
[CO<sub>2</sub>] plus élevé



rétro-contrôle photosynthèse



réponse de la respiration

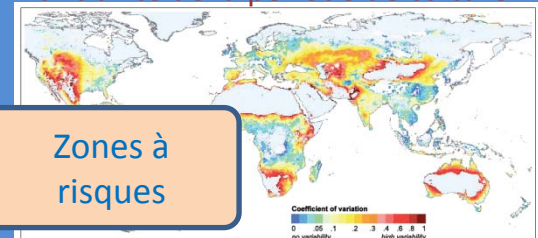


modèles

température nocturne plus élevée

## Anticipation

Variabilité de la période de culture



Zones à risques

Figure 1. Year-to-year variability of length of growing period (LGP), 1960-1990. Source: [56], adapted from [85]. LGP is the number of days per year in which moisture and temperature conditions will support plant growth. It is used as an indicator of moisture availability for rainfed production, and serves as a measure of farmers' likely exposure to climate risk.

# Nouvelles priorités et partenariats riz/sorgho face au CC

- Sorgho et autres céréales en Afrique : CCAFS => MP7 (Assurances, Prévision, AD...)
- Sorgho FFF : FP7 SweetFuel (Consortium sur 4 continents)
- Riz irrigué & bas fonds : MP3-GRiSP (adaptation agronomique et génétique)
- Riz de bas fonds en Afrique : GCP Challenge initiative (adaptation génétique)



# Conclusion

- Sorgho:
  - surtout sensible aux aléas climatiques (sécheresse, inondation)
  - adaptation par la consommation hydrique étalée pendant le cycle (tolérance) et par la phénologie (évitement)
  - protection potentielle par l'assurance et la production multiple grain-biomasse-sucre (nouvelle filière commerciale)
- Riz
  - surtout sensible aux changements climatiques (température, diminution de la disponibilité en eau, baisse de la population agricole)
  - adaptation par le maintien des processus à température et [CO<sub>2</sub>] élevées (tolérance) et l'heure de floraison, l'architecture compacte et la consommation hydrique soutenue (évitement)
  - protection par la préservation des ressources et le micro-crédit
- Stratégies contrastées :
  - Sorgho : sécurisation agronomique et sociale contre les risques
  - Riz irrigué : Tolérance aux stress climatiques et meilleure économie d'eau



(MERCI)